T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI

MEGEP

(MESLEKİ EĞİTİM VE ÖĞRETİM SİSTEMİNİN GÜÇLENDİRİLMESİ PROJESİ)

ENDÜSTRİYEL OTOMASYON TEKNOLOJİLERİ

SEVİYE ÖLÇÜMÜ

ANKARA, 2009

Milli Eğitim Bakanlığı tarafından geliştirilen modüller;

- Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının 02.06.2006 tarih ve 269 sayılı Kararı ile onaylanan, Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında kademeli olarak yaygınlaştırılan 42 alan ve 192 dala ait çerçeve öğretim programlarında amaçlanan mesleki yeterlikleri kazandırmaya yönelik geliştirilmiş öğretim materyalleridir (Ders Notlarıdır).
- Modüller, bireylere mesleki yeterlik kazandırmak ve bireysel öğrenmeye rehberlik etmek amacıyla öğrenme materyali olarak hazırlanmış, denenmek ve geliştirilmek üzere Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında uygulanmaya başlanmıştır.
- Modüller teknolojik gelişmelere paralel olarak, amaçlanan yeterliği kazandırmak koşulu ile eğitim öğretim sırasında geliştirilebilir ve yapılması önerilen değişiklikler Bakanlıkta ilgili birime bildirilir.
- Örgün ve yaygın eğitim kurumları, işletmeler ve kendi kendine mesleki yeterlik kazanmak isteyen bireyler modüllere internet üzerinden ulaşılabilirler.
- Basılmış modüller, eğitim kurumlarında öğrencilere ücretsiz olarak dağıtılır.
- Modüller hiçbir şekilde ticari amaçla kullanılamaz ve ücret karşılığında satılamaz.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR ii
GİRİŞ 3
ÖĞRENME FAALİYETİ – 1 5
1. SEVİYE ÖLÇÜMÜ 5
1.1. Seviye Ölçümünün Şematik Gösterimi 5
1.2. Seviye Ölçüm Yöntemleri 6
1.2.1. Basınç ve Kuvvetle Seviye Ölçüm Yöntemleri 7
1.2.2. Saydam Borular ile Seviye Ölçümü 8
1.2.3. Yansıtıcı (Refleks) Cam 8
1.2.4. Diyafram 9
1.2.5. Tilt (Eğim) Şalteri 9
1.2.6. Şamandıra 9
1.2.7. Manyetik Seviye Göstergeleri 10
1.2.8. Manyetostriktif Sensörler 11
1.2.9. Hidrostatik Basınç 11
1.2.10. Fark Basınç 11
1.2.11. Elektronik Fark Basınç Transmiteri 13
1.2.12. Elektronik Basınç Transmiterinin Tank İçindeki Sıvı Seviyesini Ölçmek İçin Kalibre Edilmesi 14
1.2.13. Kabarcık (Bubbler) 15
UYGULAMA FAALİYETİ 16
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 17
ÖĞRENME FAALİYETİ – 2 18
2. ELEKTRİKSEL YÖNTEMLERLE SEVİYE ÖLÇÜMÜ 18
2.1. Elektriksel Yöntemler 18
2.1.1. Isıl Kütle 18
2.1.2. Kapasitif Seviye Ölçer 19
2.1.3. İletkenlik Tip Seviye Şalterleri 19
2.1.4. Endüktif Tip Seviye Şalterleri 20
2.2. Elektromekanik Yöntemlerle Seviye Ölçümü 20
2.2.1. Motorlu Seviye Şalteri 20
2.2.2. Mekanik Rotor (Pedallı Seviye Şalteri) 20
2.2.3. Titreşim Probları 21
2.3. Optik Yöntemlerle Seviye Ölçümü 21
2.3.1. Işıklı (Optik) Beam Breaker 21
2.3.2. Radyasyon (Nükleer) 22
2.4. E/M Dalga ile Seviye Ölçüm Yöntemleri 22
2.4.1. Ultrasonik Seviye Sensörleri 22
2.4.2. Radar 23
2.5. Seviye Ölçümünün Karşılaştırması 24
UYGULAMA FAALİYETİ 27
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 28
MODÜL DEĞERLENDİRME 29
CEVAP ANAHTARLARI 30
KAYNAKÇA 31

AÇIKLAMALAR

KOD	**523EO0363**
ALAN	**Endüstriyel Otomasyon Teknolojileri**
DAL/MESLEK	**Endüstriyel Kontrol Teknisyenliği**
MODÜLÜN ADI	**Seviye Ölçümü**
MODÜLÜN TANIMI	Çeşitli enstrümanlar kullanarak seviyeyi her türlü endüstriyel ortamda ölçebilme becerisinin kazandırıldığı öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	Kuvvet, Ağırlık ve Basınç Ölçümü modülünü almış olmak
YETERLİK	Seviye ölçmek
MODÜLÜN AMACI	**Genel Amaç** Bu modül sonunda seviye ölçümünü yapabileceksiniz. **Amaçlar** **1.** Seviye çubukları kullanarak seviye ölçümü yapabileceksiniz. **2.** Elektriksel direnç kullanarak seviye ölçümü yapabileceksiniz. **3.** DP/CELL kullanarak seviye ölçümü yapabileceksiniz. **4.** Kapasitif seviye sensörü kullanarak seviye ölçümü yapabileceksiniz. **5.** Ultrasonik seviye sensörü kullanarak seviye ölçümü yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	**Ortam:** Algılayıcılar labarotuvarı **Donanım:** Çeşitli maddelerle dolu ve dolabilecek silolar veya modelleri su tankları. Tüm seviye ölçme transdüserleri, indikatör, kalibratör, hava kaynağı
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modülün içinde yer alan her faaliyetten sonra, verilen ölçme araçları ile kazandığı bilgi ve becerileri ölçerek kendi kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmeniniz modül sonunda size ölçme aracı uygulayarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Seviye ölçümü endüstriyel uygulamalar ve günlük kullanım alanlarında oldukça sık karşılaşılan bir uygulamadır. Genellikle bu uygulamalarda çeşitli maddelerin miktarları bilinmek istenmektedir. Bu da seviye ölçümünün önemini bir kat daha artırmaktadır. Miktarı ölçülecek maddelerin çeşitliliği sıvı, katı ve gaz olabilmesi; katıların granül, toz, kaba parçacık; sıvıların çeşitli yoğunlukta olabilmesi ölçmede kullanılan yöntemleri çeşitlendirmektedir.

Şimdi sizinle bu ölçme yöntemlerini öğrenip daha sonra malzemeye uygun algılayıcıyı seçmeyi, onu sisteme bağlamayı öğreneceğiz. Günümüzde sadece seviye ölçme işini benimsemiş büyük firmalar var, bunların biri de neden sizin firmanız olmasın. Unutmayın ki sistemler sürekli gelişir ve değişir, mutlaka takip etmelisiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ–1

AMAÇ

Her türlü maddenin, çeşitli algılayıcılar kullanarak bulunduğu kaptaki seviyesini ölçebileceksiniz.

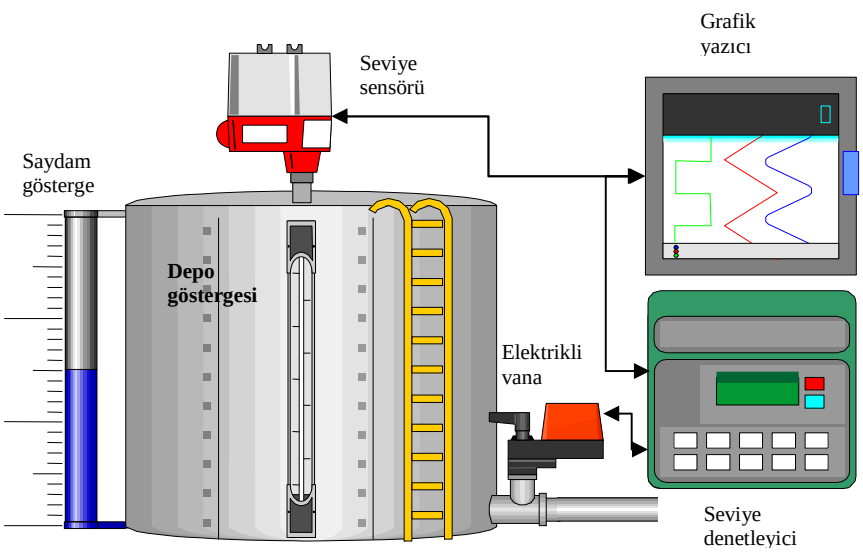
ARAŞTIRMA

- Bu öğrenme faaliyetinden önce aşağıdaki sorulara cevap arayınız.
- Seviye ölçümüne neden ihtiyaç duyarız?
- Barajlardaki su miktarı nasıl ölçülür?
- Sıvıların iletkenlikleri hakkında neler söylenebilir?
- Hangi maddelerin miktarı seviye ölçülerek bulunur?

1. SEVİYE ÖLÇÜMÜ

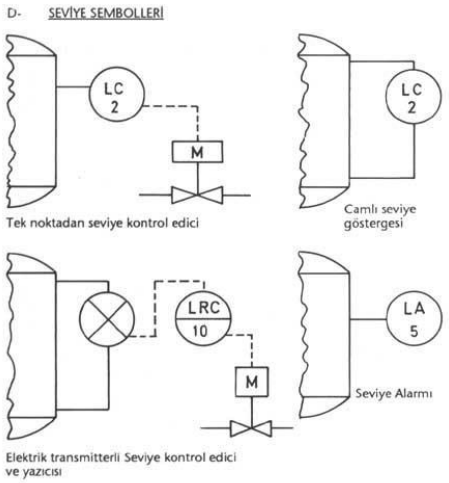
Seviye ölçümü yapmak aslında ölçülecek nesnenin miktarını öğrenmektir. Özellikle sıvılarda miktar ölçümü hacim olarak yapılır. Hacim ölçümü ise sıvıların bulunduğu kapların fiziksel boyutları ile hesaplanabilmektedir. Taban alanı belli olan bir su kulesinde suyun yüksekliğini doğru olarak ölçebilirseniz, suyun miktarını bulabilirsiniz. İşte bu nedenlerden dolayı seviye ölçümü; sıvı miktarlarının ölçülmesinde, tanecikli katıların miktarlarının ölçülmesinde oldukça önemlidir.

1.1. Seviye Ölçümünün Şematik Gösterimi



Şekil 1.1: Seviye ölçümüne örnek bir çizim

Seviye ölçümünde kullanılan enstrümanları sembolize ederek çizmek, kullanılacak yöntemlere göre şema hâline getirmek, projelendirmek gerekir. Özellikle SCADA sistemlerinde Şekil 1.1'de görüldüğü gibi resmedilerek çizimler yapılır. Proje aşamasında ise genellikle semboller kullanılır.



Şekil 1.2: Seviye ölçümüne örnek semboller

1.2. Seviye Ölçüm Yöntemleri

Seviye kontrolü uygulamalarında, birçok eski ve geleneksel metot hâlen kullanılıyor olmasına rağmen seviye ölçümüne genel bir bakış açısı oluşturmak ve farklı yöntemler olduğunu bilmek de gereklidir.

Seviye sensörleri iki ana kategoriye ayrılır.

- **Noktasal seviye kontrolünde kullanılan seviye şalterleri**

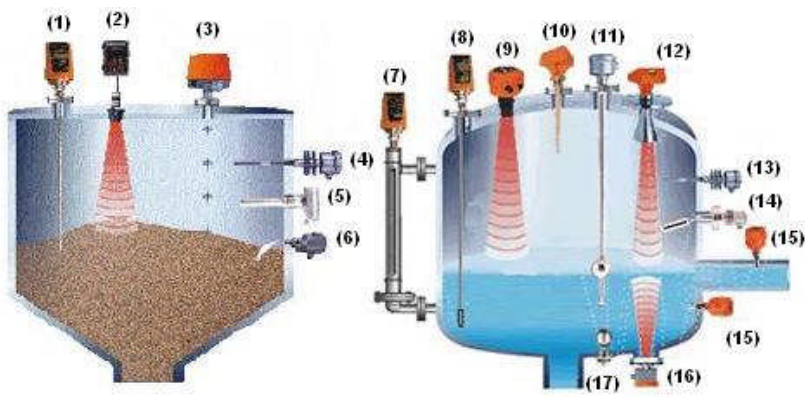
Seviye şalterleri genellikle temaslı enstrümanlardır ve kabın içerisindeki ürünün belirli bir noktadaki varlığının veya yokluğunun belirlenmesi için kullanılır. Nereye monte edildiklerine bağlı olarak kabın, tankın, deponun dolu, boş veya aradaki bir seviyede olduğunun sinyalini verirler. Bu tip seviye şalterlerinin bazıları, ultrasonik şalterler, kuru ve katı malzemeler için pedallı seviye şalterleri, kapasitif problar, iletken problar, hem sıvı hem katı malzemelerde kullanılan titreşim probları, yatay veya dikey olarak monte edilen tekli veya çoklu şamandıralı seviye şalterleridir.

- **Sürekli tip seviye sensörleri**

Temaslı veya temassız enstrümanlardır. Temaslı enstrümanların içerisinde, yük hücreleri, hidrostatik basınç sensörleri, kapasite probları, rölelerin çekilip bırakılması prensibi ile çalışan elektromekanik cihazlar, radar ve manyetostriktif (mıknatısal büzülme) prensibi ile çalışan cihazlar bulunur. Temassız sürekli seviye sensörleri ise ultrasonik, açık hava radarları, lazerli veya nükleer seviye sensörlerini içermektedir.

1	Dalma Tip Sensörler
2	Ultrasonik Sensörler
3	Kesintisiz Servo Kontrol Sensörleri
4	Kapasitif Sensörler
5	Titreşimli Sensörler
6	Şamandıralı Sensörler
7	By-pass Tip Sensörler
8	Dalma Tip Şamandıralı Sensörler
9	Ultrasonik Transmiterler
10	2 Kablolu Sensörler
11	Manyetik Şamandıralı Sensörler
12	2 Kablolu Ultrasonik Sensörler
13	Kapasitif Sensörler
14	Paslanmaz Çelik Şamandıralı Sensörler
15	Titreşimli Çatal Tip Sensörler
16	Dip Montajlı Ultrasonik Sensörler
17	Mini Manyetik Sensörler

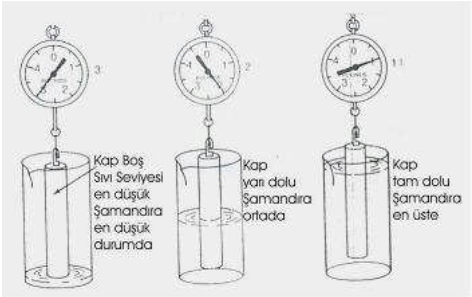
Tablo1.1: Çeşitli seviye sensörleri



Şekil 1.3: Tablo 1.1'de görülen sensörlerin kullanım örnekleri

1.2.1. Basınç ve Kuvvetle Seviye Ölçüm Yöntemleri

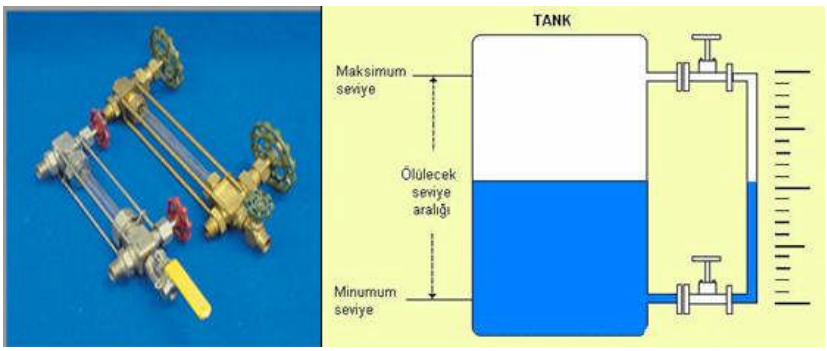
Sıvı içerisinde bulunan cisimler kaldırma kuvvetinin etkisi ile yukarı doğru itilirler. Bu sıvının ve daldırılan cismin yoğunluğu ile ilgilidir. Sıvı üzerinde bulunan bir şamandıra, sıvı yükseldikçe sıvı seviyesi ile birlikte yükselecektir. Şamandıraya bağlanacak bir çubuk ve çubuğun ucuna bağlanacak doğrusal hareketi, açısal harekete çevirecek bir seviye göstergesi ile kaldırma kuvvetinin etkisini ölçen bir ölçü aleti yapmış oluruz.



Şekil 1.4: Kaldırma kuvveti ile temel seviye ölçme

1.2.2. Saydam Borular ile Seviye Ölçümü

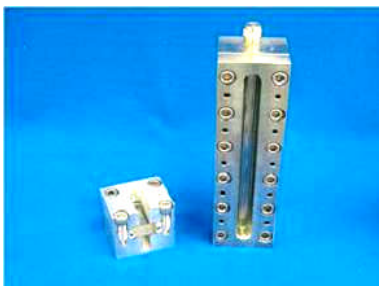
Temelde tanktaki sıvı seviyesini görebilmek için birleşik kaplar prensibi kullanılır. Tank kenarına monte edilen cam borudaki seviye ile tank içerisindeki malzemenin seviyesi aynı olduğundan seviye, tank dışarısından kolaylıkla izlenebilir. Bu yöntemle, sisteme herhangi bir mekanik veya elektronik müdahale olmadığından yalnızca görsel olarak seviye kontrolü yapılabilmektedir.



Şekil 1.5: Saydam boru kullanarak seviye ölçüm prensibi ve çeşitli saydam borular

1.2.3. Yansıtıcı (Refleks) Cam

Malzemelerin çeşitli fazlarında ışığın farklı kırılması prensibine göre çalışan bir yöntemdir. Sıvılar, ışığı yuttukları için refleks camda koyu renkte, gazlar ise ışığı daha az sönüme uğrattıklarından daha açık renkte görülürler.



Şekil1.6: Yansıtıcı cam çeşitleri

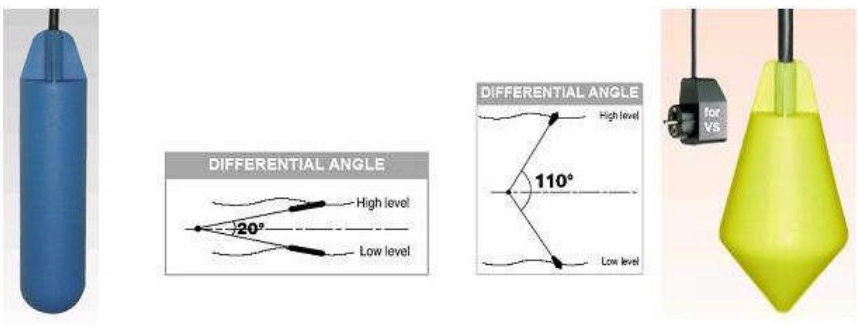
1.2.4. Diyafram

Genellikle içerisinde mıknatıs bulunan kolun, malzemenin baskısı ile içerisinde reed kontak veya micro-switch bulunan gövdeye yaklaşması sonucu alınan kontak ile malzemenin seviyesi kontrol edilir. Şamandıra prensibine benzer ancak katı malzemelerin seviye kontrolünde kullanılması avantajlıdır.

Şekil 1.7: Diyaframlı seviye ölçer

1.2.5. Tilt (Eğim) Şalteri

Genellikle kablolu seviye şalteri olarak anılan, cıvalı anahtar veya özel bir eğimli yol yardımıyla hareket eden bilyeli bir mekanizma ihtiva eden ve micro-switch (Minik Anahtar) yardımıyla kontak alınan seviye şalterleridir. Eğim açısına bağlı olarak alt, üst veya her iki seviye kontrolü için kullanılması mümkündür. Ekonomikliği, her türlü sıvı veya katı malzemede ve yanıcı–patlayıcı özellikli ortamlarda kullanılabilirliği nedeniyle tercih edilen bir noktasal seviye kontrol yöntemidir.



Şekil 1.8: Tilt şalterleri

1.2.6. Şamandıra

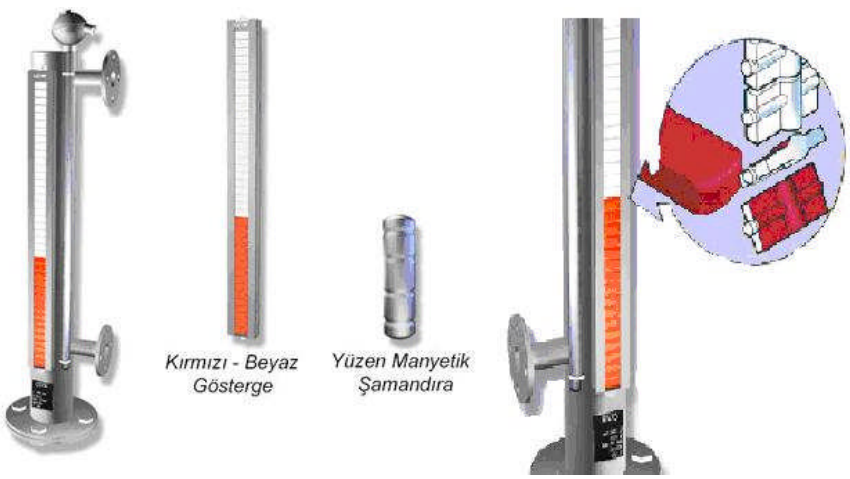
Sıvı seviyesine göre paslanmaz çelik tüp boyunca hareket eden mıknatıslı şamandıra ve tüp içerisine yerleştirilmiş reed rölelerden oluşur. Şamandıra, reed röleye yaklaştığında içerisindeki mıknatısın manyetik kuvveti ile reed röle açılır veya kapanır. Reed rölelerin sıralı dizilmesiyle sürekli seviye ölçümü de yapılabilir. Tankın yanından, üstünden kolaylıkla monte edilmesi; herhangi bir kalibrasyon gerektirmemesi, ekonomikliği sayesinde kullanıcıya kolaylıklar sağlamasından en çok tercih edilen seviye ölçüm metotlarından biridir. Ancak, sıvı viskozitesinin yüksek olduğu durumlarda temassız ölçüm yöntemlerine göre zayıf kalması da bir gerçektir.

Şekil 1.9: Şamandıra çeşitleri

1.2.7. Manyetik Seviye Göstergeleri

Temel olarak sıvının kaldırma kuvvetinin kullanıldığı görüntülü ölçüm yöntemidir. Birleşik kaplar prensibi gereği, tank ile manyetik seviye göstergesi içerisindeki sıvı seviyeleri aynıdır. Gösterge gövdesi içine yerleştirilen ve her sıvının yoğunluğuna bağlı olarak kaldırma kuvvetine göre tasarlanan şamandıranın içerisindeki mıknatıs, ana gövdenin dış yüzeyine yerleştirilmiş gösterge içerisindeki mıknatıs ihtiva eden sezgi elemanlarını etkiler ve seviyenin yükselmesi veya alçalması sırasında sezgi elemanlarının sıra ile dönmesini sağlar. Sezgi elemanlarının farklı renklerde olan iki yüzü sayesinde de seviye bilgisi tank dışarısından kolaylıkla izlenebilir. Gövdenin üzerine yerleştirilen sıralı reed röleler yardımıyla sürekli seviye bilgisi analog sinyale dönüştürülebilirken yine gövde üzerine istenen noktalara yerleştirilecek reed kontaklar sayesinde noktasal seviye kontrolü de yapılabilmektedir.

Yüksek basınçlı tanklarda ve kazanlarda seviye ölçümü uygulamalarında kullanılabilecek en ekonomik ve sık rastlanan yöntemlerden biridir.



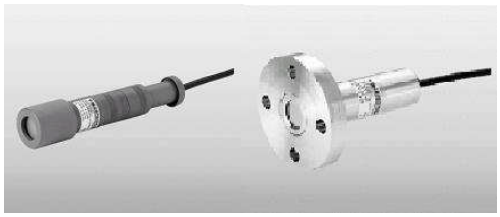
Şekil 1.10: Manyetik şamandıra çeşitleri

1.2.8. Manyetostriktif Sensörler

Cihaz, temel olarak gövde içerisine yerleştirilmiş bir manyetostriktif telden ve içerisinde mıknatıs ihtiva eden bir şamandıradan oluşmaktadır. Şamandıra, cihazın gövdesi üzerinde dikey olarak hareket eden tek oynar parçasıdır. Manyetostriktif telden geçirilen pals akımı sırasında, tel etrafında manyetik alan oluşur. Şamandıranın hareketi sırasında, şamandıranın manyetik alanının manyetostriktif telin etrafındaki manyetik alan ile etkileşimi sonucu, telde burulmadan kaynaklanan bir titreşim oluşur. Şamandıranın pozisyonu, burulmadan kaynaklanan titreşimin sensöre ulaşmasına kadar geçen zaman ile belirlenir.

1.2.9. Hidrostatik Basınç

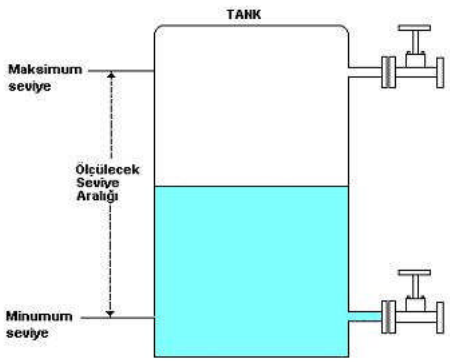
Sıvı seviyesinin sürekli ölçümünde en eski ve sık kullanılan yöntemlerden biri de kabın içerisindeki sıvının tabana uyguladığı hidrostatik basıncın ölçümüdür. Tankın alt yüzeyinde bulunan sensör, hidrostatik basıncı sıvı seviyesi ile orantılı bir akım sinyaline çevirir. İçerisinde silikon yağı ve metal veya seramik diyafram ihtiva eden yarı iletken transduser, hassasiyet ve sürekliliği arttırmak için kullanılır. Daldırma tip (submersible) seviye transmitterlerinde atmosferik basınç ile kompanzasyonun sağlanması amacıyla hidrostatik basınç transmitteri kablosu içerisinde bir de hava tüpü bulunur. Hidrostatik basınç, sıvı sütununun yüksekliği ve sıvının özgül ağırlığının çarpımıdır.



Şekil 1.11: Hidrostatik basınçölçerler

1.2.10. Fark Basınç

Hidrostatik basınç yardımıyla seviye ölçümü ile aynı prensiptedir. Ancak kapalı tanklarda oluşan statik basıncın etkisi, fark basınç yönteminde yok edilebilmektedir.



Şekil 1.12: Sıvı tankı

Seviyesi ölçülecek tank Şekil 1.12 benzeridir. Tank kapalı ya da atmosfere açık olabilir. Tankın içine dolan sıvı seviyesi yükseldikçe tabana artan miktarda basınç uygulamaya başlar. Teorik olarak tanktaki sıvının seviyesi yükselirken dibine yapacağı basınç, yer çekiminden dolayı oluşan sıvının kütlesinin tankın alt yüzeyine uyguladığı kuvvet diyebiliriz.

P: Sıvının tabana yaptığı basınç, kg/cm2
F: Sıvının kütlesinin tabana uyguladığı kuvvet
A: Tankın dip alanı

Sıvının tankın dibine uyguladığı basınç;
P = F / A 'dır.

Bu basıncın genel formülüdür. Burada tank dibine uygulanan kuvvetin hesaplanması gerekir.
m: kütle, özgül ağırlık x suyun hacmi : ***ρ x V'***dir.
V: Hacim, taban alanı x su yüksekliği: ***A x h'***dir.
F: Suyun kütlesinin dibe uyguladığı kuvvet: ***m x g'***dir.

g, 9,8kg.m/s^2, ye rçekimi ivmesidir ve sabit olduğu için hesaplamalardan çıkarılmıştır. Bu nedenle elde edilen basınç birimi kg/m^2 yi SI birimi Paskal'a (kg/ms^2) çevirmek için g ile çarpmak gerekir.

Bu eşitliği formülde yerine koyarsak

P=F/A=m/A=ρxV/A=ρx(Axh)/A=ρxh bulunur.

Buradan basınç için aşağıdaki eşitlik çıkar.

P:ρ x h'tır.

Burada;
ρ: sıvının yoğunluğu
h: sıvının tank içindeki yüksekliğidir.

Örneğin sıvımız su ise ve tankın içini 8 metre doldurmuş ise tankın dibine su sütununun yaptığı basınç

P: ρxh=1 gr/cm^3 x 800 cm
: 800 gr/cm^2
0,8 kg/cm^2 basınç yapar.

1 kg/cm^2 basınç	10000 mmH2O ise
0,8 kg/cm2 basınç	X

X:8000 mm H2O su basıncıdır.

1.2.11. Elektronik Fark Basınç Transmiteri

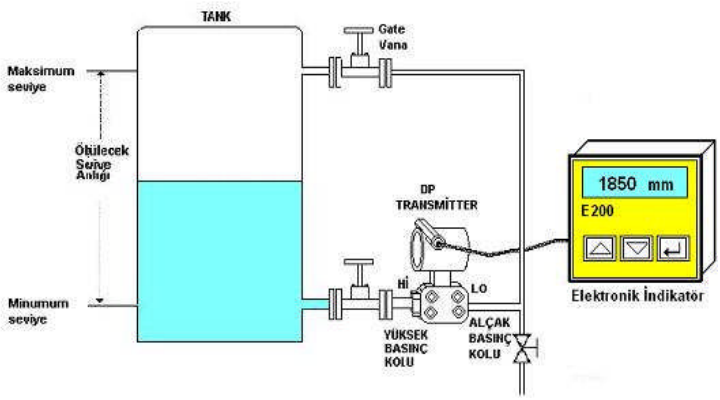
Proseslerde hem seviye hem de akış hızı ölçümünde kullanılır. Ölçme olarak fark basıncı parametresini kullandığı için kullanım alanı geniştir. Fark basınç ölçüm transmiteri "High Pressure" ve "Low Pressure" diye iki girişe sahiptir. Yüksek basınç, high koluna, düşük basınç ise low koluna bağlanır. İçindeki diyafram tip sensör vasıtasıyla kollarına uygulanan iki basınç arasındaki farkı alır.

P: $P_{high} - P_{low}$

Bir su dolu tankta dip, basıncın en yüksek olduğu "High Pressure" yeridir. Sıvının üst kısmı, basıncın az olduğu ya da buharlaşmadan dolayı bir miktar basıncın olduğu yer ise "Low Pressure " tarafı diye adlandırılır.

Şekil 1.13: Fark basınç transmitteri

Elektronik basınç transmitteri bir tanka şekilde görüldüğü gibi monte edilir. Bir gösterge sinyalini göndererek tank içindeki seviye değişimi izlenebilir. Burada görüldüğü gibi yüksek basınç tankın içindeki suyun dibe yaptığı basınca eşittir.



Şekil 1.14: Fark basınç transmitteri tank bağlantısı

1.2.12. Elektronik Basınç Transmiterinin Tank İçindeki Sıvı Seviyesini Ölçmek İçin Kalibre Edilmesi

Yukarıda belirttiğimiz tank, 10 metre ve içindeki de sıvı su olsun. Tankımızın suyu taşırmaması için ölçeceğimiz maksimum yükseklik 9 metre olsun.

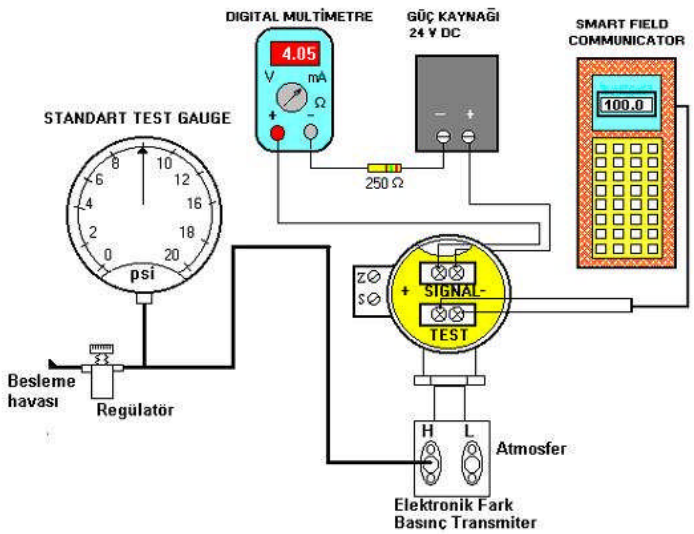
Bu durumda kalibre edeceğimiz transmitere;

Su yokken tanktan gelen basınç: **ρxh**=1 gr/cm^3 x 0 cm
: 0 gr / cm^2

Su seviyesi 9 metre iken basınç : **ρ x h** = 1 gr/cm^3 x 900 cm
: 900 gr / cm^2

Fark basınç transmitteri
LRL (Low reference Level – Zero) : 0.0 gr / cm^2
URL (Upper reference Level – Span) : 900 gr / cm^2 ye kalibre edilmelidir.

Fark basınç transmiterin kalibrasyonu için aşağıdaki düzenek hazırlanır.



Şekil 1.15: Fark basınç transmitteri kalibrasyon düzeneği

Fark basınç transmiterin yüksek basınç girişine standart test gauge çıkışını bağlayınız. Alçak basınç girişi atmosfere açık olacaktır. Transmiter beslemesinini 24 Vdc olarak ayarlayınız. Regülatör gelecek hava beslemesini 1,5 kg/cm^2 olacak şekilde ayarlayınız.

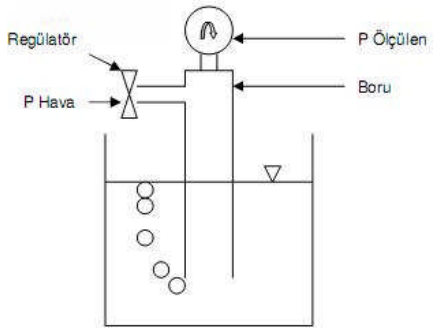
Zero (LRL) ayarı:
Regülatörden herhangi bir hava uygulanmadığında transmitter çıkışı 4 mA olmalıdır. Eğer farklı ise "Z" potu (LRL) ile 4 mA'i görecek şekilde ayarlayınız.

Span (URL) ayarı:
Hava beslemesini, tankın en üst seviyesine karşılık gelecek şekilde 0,9 kg/ cm^2 basıncı Transmiter high girişine uygulayınız. Transmitter çıkışı 20 mA olmalıdır. Eğer farklı ise "S" potu (URL) ile 20 mA'i görecek şekilde ayarlayınız.

Bu şekilde transmiteriniz tank seviyesini ölçmek için hazır olmuş olur. Tanka bağlandıktan sonra üzerindeki göstergeden tank seviyesi doğruca okunacaktır.

1.2.13. Kabarcık (Bubbler)

Basınç yöntemi ile temelde aynıdır. Basınç transmitterinin proses ile temasının istenmediği durumlarda kullanılır. Boruya verilen P hava basıncı nedeniyle borunun alt ucundan hava kabarcıkları yüzeye çıkar. Hava basıncı, sıvı hidrostatik basıncından küçük veya eşit ise kabarcıklaşma durur. Bu noktada hava basıncı hidrostatik basınca eşittir.



Şekil 1.16: Kabarcık ile basınç ölçme prensip gösterimi

UYGULAMA FAALİYETİ

Arka arkaya sıvı ve katı doldurulan depodaki seviye ölçüm uygulamasını yapınız. Aşağıdaki işlem basamaklarına göre uygulama faaliyetini yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Deney depolarına sıvı doldurunuz ve algılayıcıları bağlayınız. ➢ Deney depolarına katı doldurunuz ve algılayıcıları bağlayınız.	➢ Depoya öncelikle atölyenizde var olan algılayıcıları (DP/CELL, saydam boru, kabarcık vb,) öğretmeninizin gözetiminde firma talimatlarına uygun olarak mekanik bağlantıları yapınız. ➢ Sıvı sızdırmazlıklarını kontrol ediniz. ➢ Deponuzu çeşitli seviyelerde sıvı ile doldurunuz. ➢ Ölçtüğünüz her seviye için algılayıcının çıkışını kaydediniz. Kaydettiğiniz verileri kıyaslayınız. ➢ Sıvıyı algılayamayan algılayıcı olduysa not ediniz. ➢ Depoya öncelikle atölyenizde var olan algılayıcıları öğretmeninizin gözetiminde firma talimatlarına uygun olarak mekanik bağlantıları yapınız. ➢ Depoya talaş, kum, alçı, kâğıt gibi maddelerden edinebildiğinizi koyunuz. ➢ Çeşitli sevilerde ölçüm yapınız. Ölçüm sonuçlarını algılayıcılardan okuyunuz ve not ediniz. ➢ Ölçüm sonuçlarını kıyaslayınız.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki çoktan seçmeli sorularda doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Seviye ölçümünde görerek seviye ölçme işleminde aşağıdakilerden hangi algılayıcı olarak kullanılır?

A) Ultrasonik B) Saydam borulu C) Radar D)Diyaframlı

2. Seviye ölçümünde suyun kaldırma kuvvetini esas alan seviye algılayıcısı aşağıdakilerden hangisidir?

A) Saydam borulu B) Ultrasonik C) Şamandıra D) Radyasyon

3. Manyetostriktif seviye ölçme yönteminin eşleniği algılayıcı aşağıdakilerden hangisidir?

A) Kapasitif B) Şamandıra C) Ultrasonik D) Radar

4. Aşağıdakilerden hangisi ölçme yöntemine göre diğerlerinden farklıdır?

A) Diyaframlı B) Fark basınç C) Şamandıra D) Tilt

5. Seviye ölçümünde basıncı esas alan seviye algılayıcısı aşağıdakilerden hangisidir?

A) Saydam borulu B) Titreşimli C)Endüktif D) Hidrostatik

6. Aşağıdakilerden hangisi elektriksel seviye ölçümü yöntemi <u>değildir?</u>

A) Kapasitif B) Endüktif C) Titreşimli D) Saydam borulu

7. Fark basınç sensörü depoya bağlanırken düşük basınç girişi deponun neresine bağlanır?

A) En üst B) Orta C) Alt D) Taban

8. Bir barajın su seviyesi aşağıdakilerden hangisi ile ölçülür?

A) Hidrostatik B) Tilt C) Şamandıra D) Saydam camlı

DEĞERLENDİRME

Yaptığınız değerlendirme sonucunda **Hayır** şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz, kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Eksikleriniz araştırarak ya da öğretmeninizden yardım alarak tamamlayabilirsiniz. Cevaplarınız arasında **Hayır** yoksa bir sonraki öğrenme faaliyetine geçebilirsiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ–2

AMAÇ

Çeşitli algılayıcılar kullanarak her türlü maddenin bulunduğu kaptaki seviyeyi ölçebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Bu öğrenme faaliyetinden önce aşağıdaki hazırlıkları yapmalısınız.
- Seviye ölçümünde elektroniksel yöntemleri araştırınız.
- Ses dalgaları ile ölçüm yöntemleri ve dobler etkisi nedir? Araştırınız.
- Sıvıların iletkenlikleri hakkında neler söylenebilir?
- Hangi maddelerin miktarı seviye ölçülerek bulunur?

2. ELEKTRİKSEL YÖNTEMLERLE SEVİYE ÖLÇÜMÜ

2.1. Elektriksel Yöntemler

Ölçüm sırasında elektrik sinyali kullanılarak ölçme işlemi gerçekleştiren yöntemdir. Elektriksel yöntemle ölçme işlemi yapan algılayıcı tipleri aşağıda anlatılmıştır.

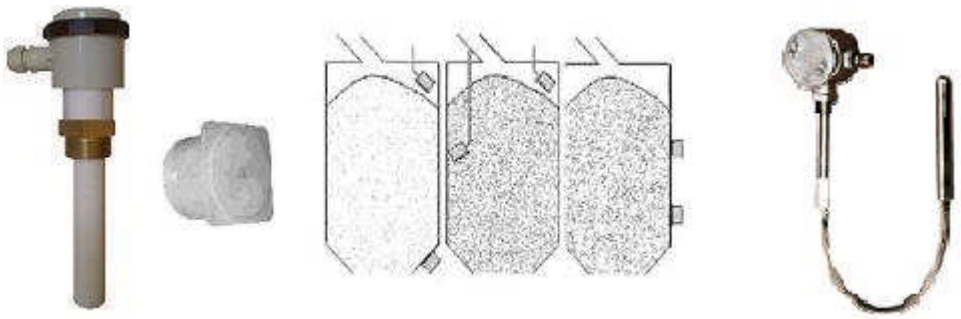
2.1.1. Isıl Kütle

Bu cihazlar, ısının sıvı içerisinde yayılımı ile havadaki yayılımını karşılaştırarak sıvının varlığını veya yokluğunu belirler. Sensör, termistor formu ile bir direnç ihtiva eder. Termistör, kendisine gerilim uygulandığında ısıtıcı gibi davranır ve aynı zamanda ısıyı algılar ve elektrik sinyaline dönüştürür. Termistör tarafından yaratılan ısı sıvı içinde yayıldığı anda switch çıkışı elde edilir.

Şekil 2.1: Isı yayılımı ile seviye ölçer

2.1.2. Kapasitif Seviye Ölçer

Kapasitif seviye sensörleri genellikle radyo frekansı teknolojisini kullanır. Kap içerisindeki sıvının, granüllerin, çimento benzeri malzemelerin seviyesinin tespit edilmesi için kapasitörlerin elektriksel karakteristiklerini kullanır. Giydirilmiş veya çıplak hâldeki elektrot (prob), kapasitörün birinci iletken kısmı olarak tankın içerisine daldırılır. Tankın metal gövdesi ise diğer iletken olarak davranacaktır. Metal olmayan ve plastik tanklarda ise çift elektrotlu sistemler kullanılmalıdır ki ikinci elektrot diğer kapasitör iletkeni görevini görebilsin. Kapasitif seviye sensörü, tank içerisindeki malzemenin sensör probu boyunca hareket etmesi (artması veya azalması) sırasında meydana gelen kapasite değişimini ölçer. Bu kapasite değeri lineer bir ölçüm için de belli bir noktadaki seviye bilgisinin kontak çıkışı olarak elde edilebilmesi için de kullanılabilir.



Şekil 2.2: Çeşitli kapasitif seviye ölçerler

2.1.3. İletkenlik Tip Seviye Şalterleri

İletkenlik tip seviye şalterleri, temel olarak düşük voltaj kaynağı ile (genellikle < 20 V) elektrik akımını iletebilen malzemelerin iletkenliği üzerine kurulmuştur. 2, 3 veya daha fazla elektrottan oluşan seviye şalteri, algılanacak sıvı seviyesine yerleştirilir. Sıvı elektrotlara ulaştığında elektrotlar ile temas eder ve elektrotlar arasındaki elektrik devresi kapanmış olur. Bu sayede switch çıkışı elde edilir. Bu tip seviye sensörleri noktasal seviye kontrolünde kullanılır. İletken ve iletken olmayan iki sıvının ara yüzeyinin seviyesinin tespitinde de kullanılabilir.

Şekil 2.3: Çeşitli iletkenlik ile seviye ölçerler

2.1.4. Endüktif Tip Seviye Şalterleri

Bu yöntemde manyetik alan geçirgenliği (permabilite) ölçülür. Laboratuvar çalışmaları dışında pek görülmez. Tank empedansının değişimini izlemek için pek pratik değildir, büyük miktarlarda enerji gerektirir. Öte yandan, tankın oluşturduğu sistemin sağladığı çalışma frekansının (rezonans frekansı) değişimi ile de en azından şalter olarak ölçüm yapmak mümkündür. Metal detektörlerinin de çalışma prensibi budur. Ancak seviye ölçümünde uygulanabilirliği zayıftır.

2.2. Elektromekanik Yöntemlerle Seviye Ölçümü

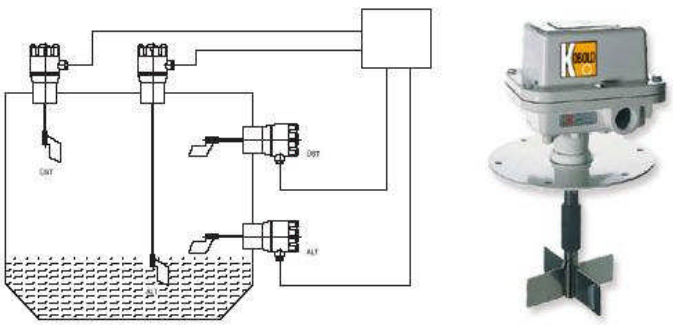
BU seviye ölçüm yönteminde hem mekanik hem de elektrik kullanarak ölçme yapılır.

2.2.1. Motorlu Seviye Şalteri

Motor ve halat ucundaki seviye ağırlığından oluşur. Gövdeye halat ile bağlanmış ağırlık, motor vasıtası ile aşağıya doğru hareket eder. Silo içerisindeki katı malzemeye temas ettiğinde ise başlangıç pozisyonuna döner. Geriye doğru sarılan halat uzunluğu, toplam uzunluktan çıkarıldığı zaman tank içerisindeki malzemenin seviyesi elde edilmiş olur. Tozdan etkilenmemesi ve yüksek sıcaklıklarda çalışabilmesi motorlu seviye şalterlerinin avantajlarıdır.

2.2.2. Mekanik Rotor (Pedallı Seviye Şalteri)

Rotor pedalları, en eski seviye sensörlerinden biridir. Bu sensörler, kullanımı kolay, güvenilir ve her tür kuru yığının (talaş, tahıl, bakliyat vs.) seviye ölçümünde uygulanabilirliği ile göze batar. Bu üniteler temel olarak 3-4 pedala bağlanmış şaftı çeviren küçük bir motordan oluşur. Şaft rahatlıkla dönebiliyorken malzeme ile temas yoktur. Pedallar malzeme ile temas ettiğinde şaft yavaşlar veya tamamen durur. Bu sayede, cihazın takılı olduğu noktadaki seviyeye kadar malzeme ulaşmış demektir. Daha gelişmiş modelleri, malzemenin varlığını veya yokluğunu algılamanın yanında elektrik bağlantı hatası veya elektrik kesintisi gibi durumlarda kullanıcıyı uyarır.



Şekil2.4: Çeşitli iletkenlik ile seviye ölçerler

2.2.3. Titreşim Probları

Şekil 2.5: Çeşitli Titreşimli seviye ölçerler

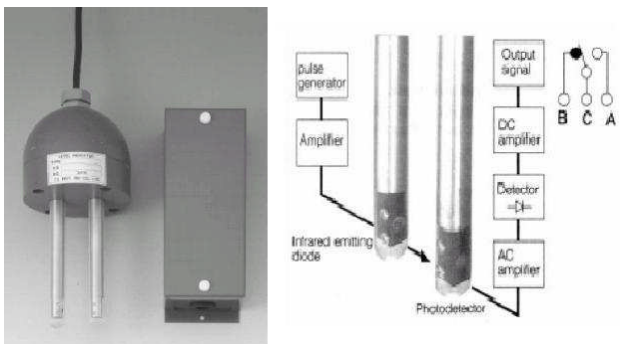
Prob, sonunda bulunan piezo-elektrik elemanı kullanarak titreşir. Bu piezo-elektrik eleman belirli bir vibrasyon frekansına set edilmiştir. Probun herhangi bir malzeme ile teması hâlinde, titreşim malzeme tarafından emilir. Vibrasyondaki bu değişim sensör tarafından hissedilir ve röle çıkışına dönüştürülür. Tek çubuklu cihazlar sadece katı malzemelerde kullanılırken çift problu cihazlar hem sıvı hem de katı malzemelerde kullanılabilir. Vibrasyon probları tipik olarak deponun üst kısmına veya yan tarafına monte edilir. Elektronik seviye şalterlerinin iki önemli avantajı vardır. Birincisi, farklı malzemeler için herhangi bir kalibrasyona ihtiyaç duymamalarıdır. İkincisi ise bu probların çok düşük yoğunluklu malzemelerde bile sorunsuz çalışabilmeleridir.

2.3. Optik Yöntemlerle Seviye Ölçümü

Ölçmede ışığın kullanıldığı yöntemdir. Optik yöntemlerle seviye ölçüm çeşitleri aşağıdaki gibidir.

2.3.1. Işıklı (Optik) Beam Breaker

Basit optik anahtarlama kullanılır. Sensördeki ışık miktarının değişimi, seviyenin bu noktada olduğunu belirtir. Bakım (özellikle temizlik) ihtiyacının fazlalığı nedeniyle seviye ölçümlerinde sık kullanılmaz. Referans ışık değişimine (kirliliğe) duyarsız ölçüm de mümkündür ancak maliyeti oldukça yüksektir. Bu ölçüm metodu seviye ölçümünden çok kirlilik ölçümü uygulamalarında daha kullanışlıdır.



Şekil 2.6: Işıklı seviye ölçme enstrümanları

2.3.2. Radyasyon (Nükleer)

Kaynaktan sensöre aktarılabilen tanecik sayısı (özellikle gamma izotopu), radyoaktif ışınımın geçtiği ortamın kütlesi ile ters orantılıdır. Dolayısıyla, bu yöntemde kaynak–sensör arasındaki mesafe miktarı doğrudan ölçülüp buradan seviye bulunur. Daha çok yoğunluk ölçümüne uygun olan bir yöntemdir. Seviye ölçümü için ise maliyeti oldukça yüksektir. Dikkat edilmesi gereken bir başka nokta ise seviyesi ölçülmek istenen malzemenin radyoaktif özellikli olmaması gerektiğidir.

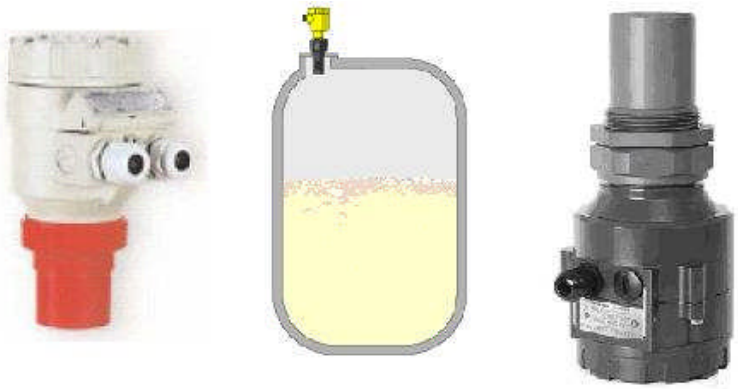
2.4. E/M Dalga ile Seviye Ölçüm Yöntemleri

Bu tip ölçüm yönteminde ses dalgası kullanılarak ölçme işlemi gerçekleştirilir.

2.4.1. Ultrasonik Seviye Sensörleri

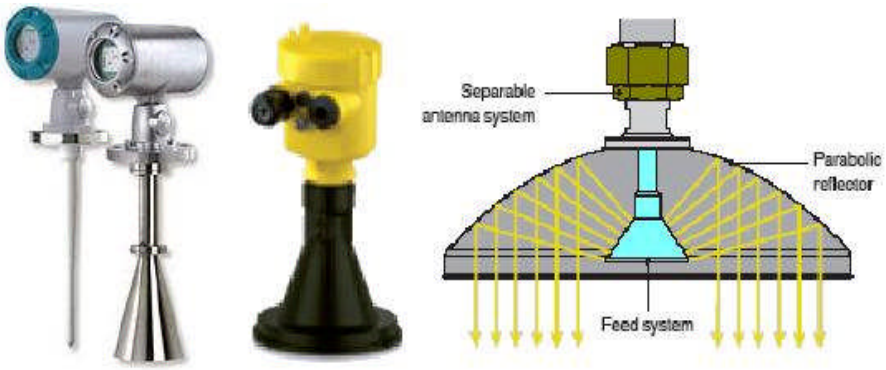
Ultrasonik seviye sensörleri, seviyenin tespit edilmesinde ses dalgalarını kullanır. Tankın üstüne yerleştirilen transduser içerisindeki piezoelektrik kristal, elektriksek sinyalleri belirli bir frekans ve sabit hızla ortam içerisinde dalgasal olarak hareket eden ses enerjisine dönüştürür. Ses dalgaları yayılır ve eko olarak transdusere geri döner. Cihaz, basitçe dalganın yayılamaya başlamasıyla, yüzeyden yansıyarak geri dönmesi arasında geçen süreyi ölçer. Bu süre, transduser ile seviyesi ölçülmek istenen malzemenin yüzeyi arasındaki uzaklıkla doğru orantılıdır ve malzemenin seviyesinin ölçülmesi için kullanılabilir.

Ultrasonik seviye şalterleri, özellikle düşük viskoziteli sıvıların noktasal seviye ölçümlerinde alternatif bir yöntemdir. Şalterin bir yanında bulunan çevirici kristal ile diğer taraftaki alıcı kristal arasında malzeme olup olmadığını ses dalgalarının iletimi yöntemiyle algılar.



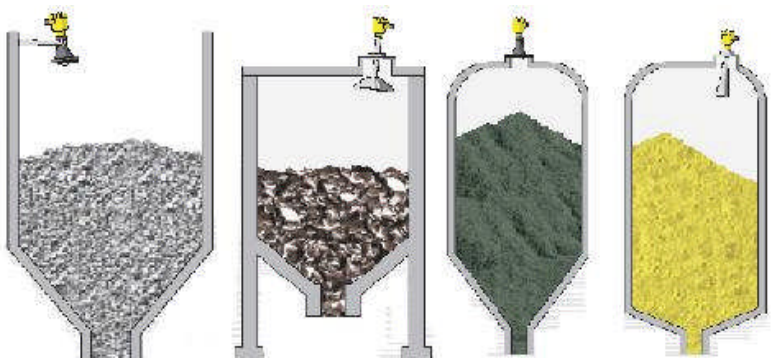
Şekil 2.7: Ultrasonik seviye ölçerler

2.4.2. Radar



Şekil 2.8: Radar seviye ölçerler

Bu yöntem, ultrasonik prensibe oldukça benzer bir metottur. Radar (Bazen mikro-dalga olarak da adlandırılır.) yönteminde, kabın üstüne yerleştirilen sensörden aşağı doğru yönlendirilmiş GHz mertebesinde yüksek frekanslı elektromanyetik dalgalar kullanılır. Gönderilen enerjinin seviyesi ölçülmek istenen sıvı yüzeyinden yansıyan kısmı, sensöre geri döner. Sinyalin gidip gelme süresi (Uçuş süresi olarak da adlandırılır.) seviyenin tespiti için kullanılan büyüklüktür. Non-Invasive olarak adlandırılan radar teknolojisinde herhangi bir tüp veya kablo kullanılmaz. FMCW (Frekans Modüler Sürekli Dalga) ve pulse radar iki farklı non-invasive radar teknolojisidir, invasive radar teknolojisinde dalgaya kılavuzluk edecek sensörden tankın tabanına kadar uzanan bir kablo veya çubuk kullanılır.



Şekil 2.9: Radar seviye ölçerlerin montaj şekilleri

2.5. Seviye Ölçümünün Karşılaştırması

Ölçüm Teknolojisi	Avantajları	Dezavantajları
Isıl Kütle	• Yüksek hassasiyet • Dayanıklı • İyi algılama	• Akışkan özelliklerine fazla duyarlı
Kapasitif	• Yüksek basınç ve sıcaklık altında sorunsuz çalışır. • Çok yönlü kullanım • Her türlü malzeme ile çalışma imkanı • On-Off veya sürekli ölçüm imkanı • Genellikle pahalı olmayan bir yöntem	• İçerden ölçüm zorunluluğu • Dielektrik sabitlerinin değişimi nedeniyle hatalı ölçüm ihtimali • Uygulamaya duyarlı • Granül ölçümlerinde bir çok faktörün göz önünde bulundurulması gerekir.
Lazer	• Temassız • Uzun mesafeli ölçümler için en iyi yöntemdir	• Pahalı • Genellikle uzun mesafeli ölçümler için daha kullanışlıdır • Yansımalar çok zayıftır. • Düşük çözünürlük • Gölgelenme
Titreşim	• Özel kalibrasyon gerektirmez • Çok hafif özgül ağırlıklı malzemeleri hissedebilir • Elektriksel veya diğer fiziksel büyüklüklerden etkilenmez.	• Köpükle çalışamaz • Hareketli parça
İletkenlik	• Ucuz	• Sadece iletken sıvılarda kullanılabilir. • Sürekli seviye ölçümlerinde kullanılamaz • Elektrotlardaki yalıtım malzemeleri zamanla sorun çıkarabilir.

Ölçüm Teknolojisi	Avantajları	Dezavantajları
Magnetostrictive	• Sınırlı Hareket • Az oynar parça • Ara yüzeyleri ölçme imkanı	• Yoğunlukla değişen kalibrasyon • Şamandıra kalibrasyonun kaymasına neden olabilir. • Uzun ölçülerde yüksek fiyat
Ultrasonik	• Oynar parça yok, gözyaşı yok • Temassız ölçüm teknolojisi • Kolay kalibrasyon	• Toza, ağır buhara, yüzey türbülanslarına ve köpüğe duyarlı • Vakumda veya yüksek basınçta çalışmaz • Malzemenin yansıtma yeteneği iyi olmalı • Pozisyona diğer sistemlerden daha duyarlı • Malzemenin buharından, köpüğünden, vs etkilenebilir • Sınırlı basınç ve sıcaklık
Radar	• Temassız • Ortamdaki buhar ve fiziksel özelliklere duyarlı değil • Yüksek hassasiyet	• Pahalı • Katı malzemelerde kullanılamaz • Fazla sayıdaki yansımalar ölçümü etkileyebilir. • Ara yüzey ölçümü yapılamaz
Mekanik Rotor	• Düşük maliyet	• Mekanik (hareketli parçalar) • Yüksek bakım gerektirir
Hidrostatik	• Montaj kolaylığı • Blokaj valfleri kullanılarak prosesten izole edilebilir • Kullanıcı dostu • Basınç standartlarına göre kolaylıkla kalibre edilebilir • Ciddi enstrüman maliyeti tasarrufu	• Sıvı yoğunluğunun değişmesi hassasiyeti etkiler • Valfler ve borular montaj maliyetini arttırabilir.
Şamandıra	• Çok çeşitli yoğunluklardaki sıvılara adapte edilebilir • Ekstrem proses şartlarında kullanılabilir • Limitsiz tank yüksekliği • Uzaktan okuma yoksa oldukça hesaplı	• Malzemenin partiküllerinden zedelenme tehlikesi • Hareketli parçalar sıvı içerisinde • Limitli basınç dayanımları • Türbülanslı sıvılarda çok iyi değil • Granüller için uygun değil • Yüksek bakım gerektirir

Uygulamalara Göre Seviye Olçüm Teknolojileri
Karşılaştırma Tablosu

Kategori	Temiz Akışkan	Asit	Kostik	Düşük Yoğunluk	Değişken Yoğunluk	Düşük Dielektrik	Değişken Dielektrik	Köpük	Ara yüzey Ölçümü	Türbülans	Buhar	Kirli Akışkan	Kaplama Malzeme	Kuru Toz
Manyetik Seviye Göstergesi	+	+	+	+	?	+	+	+	+	+	+	X	X	X
Magneto-strictive	+	+	+	X	X	+	+	+	+	+	+	X	X	X
Şamandıralı Seviye Şalterleri	+	+	+	+	?	+	+	+	+	+	+	X	X	X
Hidrostatik	+	+	+	+	X	+	+	+	?	+	+	+	X	X
Mekanik Rotor	X	X	X	+	+	+	+	X	X	X	+	X	X	+
Radar	+	+	+	+	+	?	?	+	X	+	+	+	+	X
Kapasitif Seviye Şalteri	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Kapasitif – Sürekli Seviye Sensörleri	+	+	?	+	+	+	X	+	+	+	+	+	?	?
Ultasonik Seviye Salteri	+	+	+	+	+	+	+	?	?	+	+	?	?	X
Ultrasonik – Sürekli Seviye Sensörleri	+	+	+	+	+	+	+	X	X	+	?	+	+	X
Isıl Kütle Seviye Şalteri	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	X
Titreşim Probu	+	+	+	+	+	+	+	+	X	X	+	X	X	X

UYGULAMA FAALİYETİ

Sıvı ve katı ile doldurulan bir deponun içerisindeki madde seviyesini ölçen sistemi elektriksel yöntemle gerçekleştiriniz.

Aşağıdaki işlem basamaklarına göre uygulama faaliyetini yapınız.

İşlem Basamakları	**Öneriler**
➢ Deney depolarına sıvı doldurunuz ve algılayıcıları bağlayınız. ➢ Deney depolarına katı doldurunuz ve algılayıcıları bağlayınız.	➢ Depoya öncelikle atölyenizde var olan algılayıcıları (Radar, Ultrasonik, Optik, Kapasitif, Endüktif) öğretmeninizin gözetiminde firma talimatlarına uygun olarak mekanik bağlantıları yapınız. ➢ Sıvı sızdırmazlıklarını kontrol ediniz. ➢ Deponuzu çeşitli seviyelerde sıvı ile doldurunuz. ➢ Ölçtüğünüz her seviye için algılayıcının çıkışını kaydediniz. Kaydettiğiniz verileri kıyaslayınız. ➢ Sıvıyı algılayamayan algılayıcı olduysa not ediniz. ➢ Depoya öncelikle atölyenizde var olan algılayıcıları öğretmeninizin gözetiminde firma talimatlarına uygun olarak mekanik bağlantıları yapınız. ➢ Depoya talaş, kum, alçı, kâğıt gibi maddelerden koyunuz. ➢ Çeşitli sevilerde ölçüm yapınız. Ölçüm sonuçlarını algılayıcılardan okuyunuz ve not ediniz. ➢ Ölçüm sonuçlarını kıyaslayınız.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki çoktan seçmeli sorularda doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Seviye ölçümünde aşağıdakilerden hangisi noktasal ölçüm yapar?
A) Ultrasonik B)Kapasitif C) Radar D)Fark basınç

2. Su depolarında sürekli tip seviye ölçmede hangi algılayıcı kullanılır?
A) Optik B) Ultrasonik C) Şamandıra D) Radyasyon

3. Aşağıdakilerden hangisi elektriksel seviye ölçümü yöntemi değildir**?**
A) Kapasitif B) Endüktif C) Titreşimli D) Saydam borulu

4. Aşağıdakilerden hangisi ölçüm sistemi bakımından diğerlerinden farklıdır?
A) Diyaframlı B) Şamandıra C) Ultrasonik D) Tilt

5. Seviye ölçümünde granül tipi maddeleri (kâğıt alçı çimento vb.) noktasal algılamada hangi algılayıcı kullanılır?
A) Kapasitif B) Titreşimli C)Endüktif D) Ultrasonik

6. Aşağıdakilerden hangisi ses dalgası ile seviye ölçümü yöntemi kullanan transdüserdir?
A) Titreşimli B) Ultrasonik C) Kapasitif D) Endüktif

7. Aşağıdakilerden hangisi köpüklü maddelerde köpüğün algılanmasında kullanılmaz?
A) Kapasitif B) Tilt C) Mekanik rotorlu D) Endüktif

8. Aşağıdakilerden hangisi metal tozlarını algılar?
A) Endüktif B) Kapasitif C) Ultrasonik D) Saydam boru

DEĞERLENDİRME

Yaptığınız değerlendirme sonucunda **Hayır** şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz, kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Eksikleriniz araştırarak ya da öğretmeninizden yardım alarak tamamlayabilirsiniz. Cevaplarınız arasında **Hayır** yoksa bir sonraki öğrenme faaliyetine geçebilirsiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenin davranışlardan kazandığınız becerileri **Evet** ve **Hayır** kutucuklarına (x) işareti koyarak kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	**Evet**	**Hayır**
Seviye ölçümünü çizebilir misiniz?		
Seviyeyi saydam boruda gözleyebilir misiniz?		
Kuvvet esaslı algılayıcıları kullanabilir misiniz?		
Basınç esaslı algılayıcıları kullanabilir misiniz?		
Ultrasonik esaslı algılayıcıları kullanabilir misiniz?		
Radarı monte edebilir misiniz?		
Ölçülecek maddeye göre algılayıcı seçebilir misiniz?		

DEĞERLENDİRME

Yaptığınız değerlendirme sonucunda **Hayır** şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz, kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Eksikleriniz araştırarak ya da öğretmeninizden yardım alarak tamamlayabilirsiniz. Cevaplarınız arasında **Hayır** yoksa bir sonraki modüle geçebilirsiniz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ 1'İN CEVAP ANAHTARI

1	**A**
2	**C**
3	**B**
4	**B**
5	**D**
6	**D**
7	**B**
8	**A**

ÖĞRENME FAALİYETİ 2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	**B**
2	**B**
3	**D**
4	**C**
5	**A**
6	**B**
7	**C**
8	**A**

KAYNAKÇA

- Erhan UYTUN, **Ders Notları**, Ankara, 2000-2007.
- http://www.foks.com.tr